

2887 ✓ 2800

PATENT APPLICATION

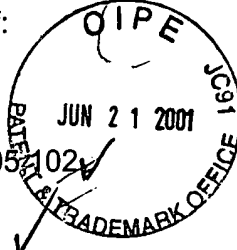
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

KIMURA ✓

Application No.: 09/805,102 ✓

Filed: March 14, 2001 ✓



Group Art Unit:

Examiner:

Attorney Dkt. No.: 107400-00026 ✓

For: SEMICONDUCTOR LASER ✓

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

June 21, 2001

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2000-071934 filed on March 15, 2000 ✓

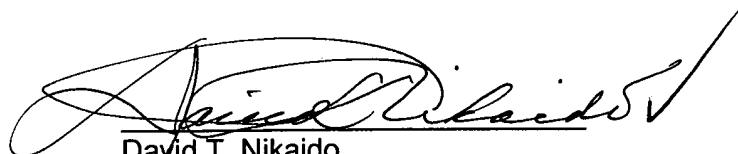
Japanese Patent Application No. 2000-082104 filed on March 23, 2000 ✓

In support of this claim, certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these documents.

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Deposit Account No. 01-2300.

Respectfully submitted,


David T. Nikaido
Registration No. 22,663

Customer No. 004372
ARENT FOX KINTNER PLOTKIN & KAHN, PLLC
1050 Connecticut Avenue, N.W.,
Suite 600
Washington, D.C. 20036-5339
Tel: (202) 857-6000
Fax: (202) 638-4810
DTN:baw

TC 2800 MAIL ROOM

JUN 15 2001

RECEIVED

V. Coe
7-6-01
priority
#2 papers

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 3月15日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-071934

出 願 人
Applicant(s):

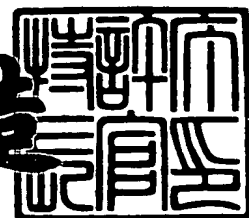
ローム株式会社

RECEIVED
JUL 26 2001
JC 2800 MAIL ROOM

2001年 3月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3016966

【書類名】 特許願

【整理番号】 99-00895

【提出日】 平成12年 3月15日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H01S 3/18

【発明者】

【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内

【氏名】 木村 貴司

【特許出願人】

【識別番号】 000116024

【氏名又は名称】 ローム株式会社

【代表者】 佐藤 研一郎

【代理人】

【識別番号】 100098464

【弁理士】

【氏名又は名称】 河村 洸

【電話番号】 06-6303-1910

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 042974

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9910321

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 n 形および p 形のクラッド層により挟持される活性層を有し、前記クラッド層のいずれか一方に、少なくとも 2 層からなり電流閉込めと光閉込めを行う電流狭窄層が設けられ、該電流狭窄層の前記活性層に近い側の第 1 層は、該電流狭窄層が設けられるクラッド層の導電形と異なる導電形で、かつ、該クラッド層の屈折率とほぼ同じ屈折率の材料からなり、前記電流狭窄層の前記活性層から遠い側の第 2 層は、前記第 1 層より屈折率の小さい材料からなる半導体レーザ。

【請求項 2】 前記電流狭窄層は、前記第 1 層が主として電流閉込め層として機能し、前記第 2 層が主として光閉込め層として機能するように形成され、かつ、前記第 1 層に設けられる電流注入用のストライプ溝の幅が、前記第 2 層に設けられるストライプ溝の幅より狭くなるように形成されてなる請求項 1 記載の半導体レーザ。

【請求項 3】 前記ストライプ溝が、前記電流狭窄層の厚さ方向に対して傾斜面をなすように形成され、かつ、前記第 1 層の傾斜面が前記第 2 層の傾斜面より小さな傾斜角になるように形成されてなる請求項 2 記載の半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CD-ROM、CD-R、DVD-ROMなどの光ディスク機器、高精細LBP（レーザビームプリンタ）、レーザポインタなどの光源として用いられる半導体レーザに関する。さらに詳しくは、電流狭窄層により電流を狭窄すると共に、光もある程度閉じ込めることにより、低出力では自励発振をさせながら、キंकを生じさせることなく高出力で発振させ得る半導体レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】

電流狭窄層により光閉込め効果をもたせたセルフアライン型の半導体レーザは

、たとえば図3に示されるような構造になっている。すなわち、図3において、たとえばn形GaAsからなる基板21上に、たとえばn形 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ からなるn形クラッド層22、ノンドープの $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}$ からなる活性層23、p形 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ からなるp形第1クラッド層24a、エッチングストップ層25、たとえばn形の $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ からなる電流狭窄層26、p形 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ からなるp形第2クラッド層24b、GaAsからなるp形コンタクト層27が順次エピタキシャル成長され、その表面にp側電極28が、GaAs基板21の裏面にn側電極29が形成され、劈開などによりチップ化されることにより、図3に示される構造の半導体レーザ(LD)チップが形成されている。

【0003】

この構造で、光閉込め効果を強くして、高出力化するためには、電流狭窄層を活性層に近づけるか、電流狭窄層のAlの混晶比率を大きくして実効的な屈折率差をつけてやる方法が用いられる。また、自励発振をさせるためには、光閉込め効果を緩めて光を広げることにより、活性層の電流注入領域より外側に過飽和吸収層を形成し得るように、電流狭窄層のAlの混晶比率を小さくしたり、電流狭窄層を活性から離れた位置に設ける方法が用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

前述のように、低出力における自励発振と、高出力化とはトレードオフの関係にあり、両者を共に満たすことができず、自励発振をさせる半導体レーザでは、出力の揺らぎが大きいと、動作電流を上昇させる過程において、出力が低下するキンクという現象が発生し、高出力化をし難いという問題がある。一方、高出力化する半導体レーザでは、自励発振をさせることができず、低雑音にすることができないという問題がある。

【0005】

本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、低出力において、自励発振をさせながら、高出力までキンクの現象を発生させないで、安定して動作する自励発振型高出力半導体レーザを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明による半導体レーザは、 n 形および p 形のクラッド層により挟持される活性層を有し、前記クラッド層のいずれか一方に、少なくとも2層からなり電流閉込めと光閉込めを行う電流狭窄層が設けられ、該電流狭窄層の前記活性層に近い側の第1層は、該電流狭窄層が設けられるクラッド層の導電形と異なる導電形で、かつ、該クラッド層の屈折率とほぼ同じ屈折率の材料からなり、前記電流狭窄層の前記活性層から遠い側の第2層は、前記第1層より屈折率の小さい材料からなっている。

【0007】

この構造にすることにより、活性層に近い側の第1層は、クラッド層とほぼ同じ屈折率であるため、光の閉込め効果はなく、電流狭窄のみを行う層として作用する。一方、活性層から遠い第2層は、第1層より屈折率の小さい層が用いられているため、光の閉込め作用をする。この場合、活性層に近い第1層により狭窄された電流注入領域により発光をし、発振した発光領域は第2層により光閉じ込めがなされるため、キャリアが注入されて発光する領域より、光が閉じ込められた発光領域が大きくなり、その大きくなった分の活性層が過飽和吸収層として作用する。そのため、その過飽和吸収層を確保しながら、光を強力に閉じ込めることができ、過飽和吸収層を有することにより自励発振をしながら、十分に光を閉じ込めることにより、キンクが生じることなく高出力化が得られる。なお、第2層の導電形は第1層により電流閉込め作用が充分に行われる場合には、周囲のクラッド層の導電形と異なる同電形にしなくて、同じ導電形にしても構わない。

【0008】

たとえば赤外の発光をさせる AlGaAs 系化合物半導体、または赤色の発光をさせる InGaAlP 系化合物半導体により、活性層をそれよりバンドギャップの大きい n 形および p 形のクラッド層により挟持するダブルヘテロ構造が形成される場合、電流狭窄層の第1層として、 AlGaAs 系または InGaAlP 系化合物半導体のクラッド層とほぼ同じ組成の材料が用いられ、第2層として、 Al の混晶比を大きくした材料が用いられることにより、屈折率差が大きくなり

、A1の混晶比率を大きくするほど、また、活性層に近づけるほど光の閉込め効果が大きくなる。

【0009】

前記電流狭窄層は、前記第1層が主として電流閉込め層として機能し、前記第2層が主として光閉込め層として機能するように形成され、かつ、前記第1層に設けられる電流注入用のストライプ溝の幅が、前記第2層に設けられるストライプ溝の幅より狭くなるように形成されていることが、過飽和吸収層を確実に確保することができるため好ましい。すなわち、ストライプ溝が半導体層の面に対して、垂直に形成されないで、傾斜面を有するように形成されれば、活性層に近い側の第1層のストライプ幅が第2層より狭くなる。しかし、ストライプ溝のエッチングが別々にパターニングされることにより第1層が第2層より狭く形成されてもよい。

【0010】

前記ストライプ溝が、前記電流狭窄層の厚さ方向に対して傾斜面をなすように形成され、かつ、前記第1層の傾斜面が前記第2層の傾斜面より小さな傾斜角になるように形成されても、第1層のストライプ溝の幅が第2層の幅よりより一層小さくなるため、過飽和吸収層の範囲を広げることができる。なお、傾斜面の傾斜角とは、半導体層の成長面に対する、ストライプ溝の側壁のなす角度 θ （図1（b）参照）を意味する。

【0011】

【発明の実施の形態】

つぎに、図面を参照しながら本発明の半導体レーザについて説明をする。本発明による半導体レーザは、図1にその一実施形態の断面説明図が示されるように、たとえばn形のGaAsからなる半導体基板1上に、活性層3がn形およびp形のクラッド層2、4により挟持されるダブルヘテロ構造部11を有している。そして、たとえばp形クラッド層4に、そのクラッド層4の導電形（たとえばp形）と異なる導電形（たとえばn形）の少なくとも2層からなる電流狭窄層6が設けられ、電流狭窄層6の活性層3に近い側の第1層6aはそのp形クラッド層4の屈折率とほぼ同じ屈折率の材料からなり、電流狭窄層6の活性層3から遠い

側の第2層6bは、第1層6aより屈折率の小さい材料からなっている。

【0012】

ダブルヘテロ構造部11は、図1に示される例では、たとえばn形の $Al_xGa_{1-x}As$ ($0.3 \leq x \leq 0.8$ 、たとえば $x=0.6$) からなるn形クラッド層2、ノンドープまたはn形もしくはp形で $Al_yGa_{1-y}As$ ($0 \leq y \leq 0.3$ 、たとえば $y=0.15$) からなる活性層3、p形で $Al_xGa_{1-x}As$ からなるp形の第1クラッド層4aの積層構造からなっている。このダブルヘテロ構造部11は、所望の発光波長に応じたバンドギャップにより活性層3の材料が定まり、キャリアを活性層3に閉じ込められるように、それよりバンドギャップの大きい材料からなるクラッド層2、4により挟持された構造になっている。したがって、所望の波長によっては、 $AlGaAs$ 系化合物ではなく、 $InGaAlP$ 系化合物など他の半導体が使用される。なお、活性層3は、前述のバルク層ではなく、たとえば $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$ や $GaAs$ などからなるウェル層と $Al_{0.3}Ga_{0.7}As$ などからなるバリア層を交互に積層した $AlGaAs-AlGaAs$ ($AlGaAs-GaAs$) 多重量子構造にすることもできる。

【0013】

p形クラッド層4は、第1クラッド層4aおよび第2クラッド層4bに分割され、その間にエッチングストップ層5を介して電流狭窄層6が設けられている。エッチングストップ層5は、電流狭窄層6にストライプ溝6cを形成する際のエッチングに対してエッチングを止めるための層で、電流狭窄層6を選択エッチングすることができるような組成で形成されておればよく、たとえばノンドープまたはp形で $Al_aGa_{1-a}As$ ($0 \leq a \leq 1$ 、 $a \neq z$ 、 r) または $InGa_{1-b}Al_bP$ ($0 \leq b \leq 0.5$) により形成される。

【0014】

電流狭窄層6は、たとえば第1層6aがn形の $Al_zGa_{1-z}As$ ($0.3 \leq z \leq 0.8$ 、 z は x とほぼ等しい) からなり、第2層6bが $Al_rGa_{1-r}As$ ($0.4 \leq r \leq 1$ 、 $x < r$ 、 $z < r$) からなり、その両層にストライプ溝6c (図ではストライプと直交する方向での断面であるため、紙面と垂直方向に延びている) が形成されている。

【0015】

この第1層6aは、p形クラッド層4とほぼ同じ組成の材料で、光の閉込め効果は殆どない。しかし、p形クラッド層4内にn形で形成されているように、電流狭窄層6が設けられるクラッド層4と異なる導電形で形成されているため、電流を阻止する作用をし、ストライプ溝6cが形成された部分のみを電流が流れる。すなわち、電流をストライプ溝6cの部分のみに狭窄する作用をしている。一方、第2層6bは、第1層6aよりAlGaAs系のAlの混晶比が大きく、屈折率が小さい材料で構成されており、光の閉込め作用をすると共に、n形で形成されることにより、第1層6aと共同して電流狭窄の作用もする。図1(a)に示される例では、第2層6bもn形で形成されているが、第1層6aが $0.2\mu\text{m}$ 以上程度あれば第1層6aだけで電流狭窄をすることができ、第1層6aだけで電流閉込めを充分にすることができるときは、第2層6bの導電形は限定されない。

【0016】

電流狭窄層6は、このように少なくとも2層からなり、活性層3に近い側の第1層6aは光の閉込めをしないで電流狭窄の作用のみをし、第2層6bにより光閉込めの作用をするように形成されている。しかも、このストライプ溝6cは、エッチング条件を調整することにより、側壁が垂直近くになるようにエッチングをするこもできるが、たとえば硫酸系エッチング溶液で、過酸化水素水の割合を減らすと側壁の傾斜角 θ が小さくなり、図1に示されるように、積層される半導体層の表面に対して、斜めの傾斜面を有するように形成される。そのため、ストライプ溝6cの幅は第1層6aの幅Aより、第2層6bの幅Bの方が広く形成される。

【0017】

電流狭窄層6上およびストライプ溝6cにより露出するエッチングストップ層5上には、p形第1クラッド層4aと同じ組成のp形第2クラッド層4bが成長され、その上にさらにp形のGaAsからなるコンタクト層9が設けられ、その表面にp側電極8、半導体基板1の裏面にn側電極9がそれぞれ設けられ、劈開などによりチップ化されることにより、図1に示される構造の半導体レーザが得

られる。なお、前述の例ではn形のGaAs基板を用いた例であったが、p形基板を用いても、全ての半導体層の導電形を逆の導電形にすることにより同様に形成され、また、電流狭窄層を活性層の下側に形成することもできる。

【0018】

図1に示される半導体レーザを製造するには、まず、n形GaAsからなる半導体基板1の表面に、MOCVD法またはMBE法により、n形 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ からなるn形クラッド層2を約 $1\mu\text{m}$ 程度、ノンドープの $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ からなる活性層3を $0.1\mu\text{m}$ 程度、p形の $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ からなるp形の第1クラッド層4aを $0.15\mu\text{m}$ 程度、ノンドープの $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.4}\text{Al}_{0.1}\text{P}$ からなるエッチングストップ層5を数十nm程度、n形の $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ からなる電流狭窄層6の第1層6aを $0.3\mu\text{m}$ 程度、n形の $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ からなる電流狭窄層6の第2層6bを $0.3\mu\text{m}$ 程度、および図示しないn形のGaAsからなる酸化防止層を $0.03\mu\text{m}$ 程度順次積層する。

【0019】

ついで、ストライプ溝6cを形成する部分以外をフォトリソットによりマスクし、たとえば硫酸系水溶液などによりエッチングしてストライプ溝6cを形成する。この水溶液では、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.4}\text{Al}_{0.1}\text{P}$ はエッチングされないため、エッチングはエッチングストップ層5により止まり、p形の第1クラッド層4aまでエッチングされることはなく、電流狭窄層6のみが所定幅だけエッチングされる。この場合、硫酸系水溶液中の過酸化水素水の割合を少なくすることにより、ストライプ溝6c側壁の傾斜角 θ が小さくなって緩やかな傾斜面になる。

【0020】

その後、再度MOCVD装置などの反応容器に入れて、サーマルクリーニングにより図示しないGaAsからなる酸化防止層を蒸発させ、p形の $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ からなるp形の第2クラッド層4bを $1\mu\text{m}$ 程度、およびp形GaAsからなるコンタクト層7を $1\mu\text{m}$ 程度それぞれ積層する。その後、p側およびn側の電極8、9をたとえば蒸着により形成した後、たとえば劈開によってチップ化することにより、図1に示される半導体レーザチップが得られる。

【0021】

本発明によれば、電流狭窄層 6 が、前述のように、少なくとも 2 層からなり、活性層 3 に近い側の第 1 層 6 a は光の閉込めをしないで電流狭窄の作用のみをし、第 2 層 6 b により光閉込めの作用をするように形成されている。そのため、図 1 (b) に電流狭窄部分の拡大図が示されるように、活性層 3 にキャリアが閉じ込められて発光する部分 A と、電流狭窄層 6 の第 2 層 6 b により光が閉じ込められる部分 B (実際には活性層 3 から離れた第 2 層 6 b により閉じ込められるため、図に示されるよりもう少し横に広がる) とが一致しないで、光閉込め領域 B の方が広くなる。そのため、光の閉込めを強力にしても、活性層 3 の光閉込め領域 B とキャリアによる発光領域 A との差の部分 3 b は過飽和吸収領域となり、低出力動作においては、発光領域と非発光領域の繰り返し領域となり、自励発振をする。また、高出力動作においては、常に発光領域となり、動作領域の全体において、安定した発振をし、キンクの生じない高出力が得られる。

【0022】

前述の例では、電流狭窄層 6 のストライプ溝 6 c 側壁が、2 層で殆ど同じ傾斜角により形成されていたが、図 2 に示されるように、エッチング条件を変え、第 1 層 6 a の傾斜角が緩やかに、第 2 層 6 b の傾斜角が急激になるように形成することにより、前述の発光領域 A と光閉込め領域 B との差が大きくなり、過飽和吸収層の幅が大きくなる。その結果、低出力における自励発振をより容易に発生しやすくなり、光閉込め効果を強くすることができる。また、図示されていないが、第 1 層 6 a と第 2 層 6 b のストライプ溝 6 c を形成するためのエッチングを別々にパターニングすることにより、その幅を変えることもでき、同様に自励発振を発生しやすくして、光閉込め効果を強くすることもできる。なお、図 2 において、他の部分は図 1 に示される例と同じで、図 1 と同じ部分には同じ符号を付してその説明を省略する。

【0023】

【発明の効果】

本発明によれば、電流狭窄層により光の閉込め作用をする自励発振型半導体レーザにおいて、電流狭窄と光閉込めとを別々に行うようにしているため、光閉込めを強力に行っても過飽和吸収層を確保することができ、自励発振とキンクを生

じさせないで高出力化の両方を満たす半導体レーザが得られる。その結果、戻り光ノイズなどを防止した低雑音特性で、かつ、高出力特性をもち合せた半導体レーザが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による半導体レーザの一実施形態の断面説明図である。

【図 2】

図 1 の半導体レーザの変形例を示す断面説明図である。

【図 3】

従来の自励発振型半導体レーザを示す断面説明図である。

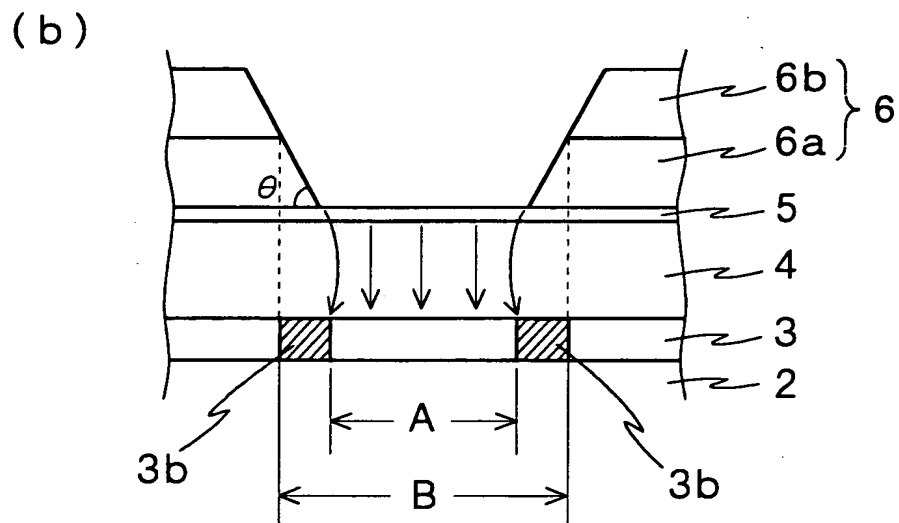
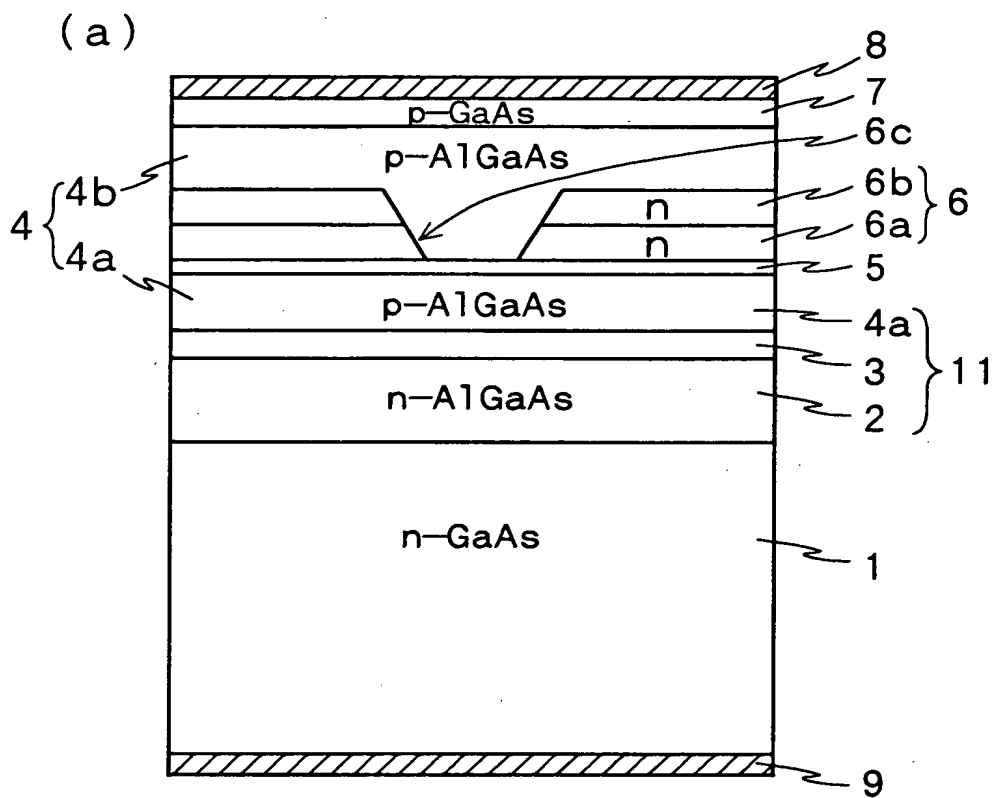
【符号の説明】

- 2 n 形クラッド層
- 3 活性層
- 4 p 形クラッド層
- 6 電流狭窄層
- 6 a 第 1 層
- 6 b 第 2 層

【書類名】

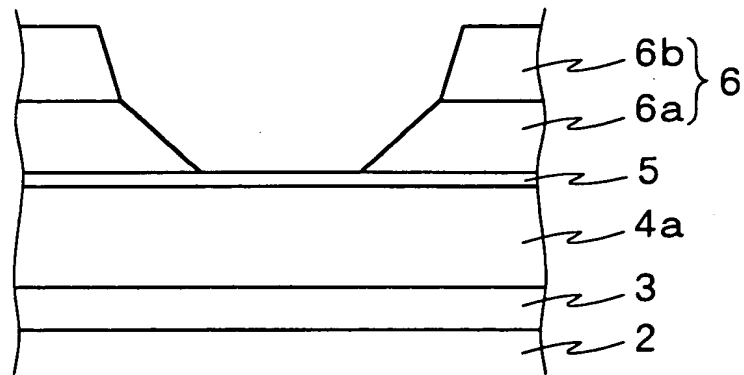
図面

【図 1】

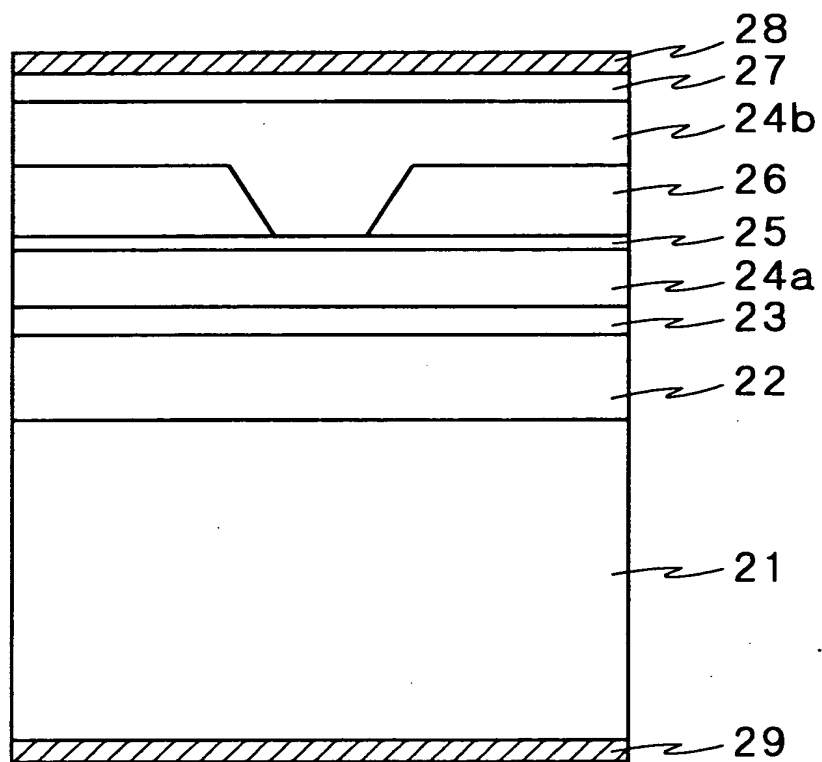


- | | | | |
|---|---------|-----|-------|
| 2 | n形クラッド層 | 6 | 電流狭窄層 |
| 3 | 活性層 | 6 a | 第1層 |
| 4 | p形クラッド層 | 6 b | 第2層 |

【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低出力において、自励発振をさせながら、高出力までキンクの現象を発生させないで、安定して動作する自励発振型高出力半導体レーザを提供する。

【解決手段】 GaAs からなる半導体基板 1 上に、活性層 3 が n 形および p 形のクラッド層 2、4 により挟持されるダブルヘテロ構造 11 を有している。そして、たとえば p 形クラッド層 4 に、そのクラッド層 4 の導電形（たとえば p 形）と異なる n 形の少なくとも 2 層からなる電流狭窄層 6 が設けられ、電流狭窄層 6 の活性層 3 に近い側の第 1 層 6 a はその p 形クラッド層 4 の屈折率とほぼ同じ屈折率の材料からなり、電流狭窄層 6 の活性層 3 から遠い側の第 2 層 6 b は、第 1 層 6 a より屈折率の小さい材料からなっている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000116024]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

氏 名 ローム株式会社

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月23日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-082104

出 願 人

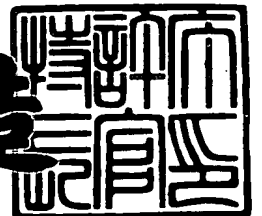
Applicant (s):

ローム株式会社

2001年 3月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3016967

【書類名】 特許願

【整理番号】 99-00897

【提出日】 平成12年 3月23日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H01S 3/18

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内

 【氏名】 木村 貴司

【特許出願人】

 【識別番号】 000116024

 【氏名又は名称】 ローム株式会社

 【代表者】 佐藤 研一郎

【代理人】

 【識別番号】 100098464

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 河村 洸

 【電話番号】 06-6303-1910

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 042974

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9910321

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 活性層が n 形および p 形のクラッド層により挟持されるダブルヘテロ構造部を有し、前記クラッド層のいずれか一方に、該クラッド層の導電形と異なる導電形でストライプ溝が形成された電流狭窄層が設けられ、該電流狭窄層の前記活性層側に該クラッド層より屈折率の小さい光閉込め層が該クラッド層と同じ導電形またはアンドープにより形成されてなる半導体レーザ。

【請求項 2】 前記電流狭窄層が、前記光閉込め層と同じ屈折率を有する半導体層により形成されてなる請求項 1 記載の半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CD-ROM、CD-R、DVD-ROMなどの光ディスク機器、高精細LBP（レーザビームプリンタ）、レーザポインタなどの光源として用いられる半導体レーザに関する。さらに詳しくは、電流狭窄層により電流を狭窄すると共に、光をできるだけ閉じ込めることにより、キンクを生じさせることなく高出力で発振させ得る半導体レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】

電流狭窄層により光閉込め効果をもたせたセルフアライン型の半導体レーザは、たとえば図2に示されるような構造になっている。すなわち、図2において、たとえばn形GaAsからなる基板21上に、たとえばn形 $Al_{0.6}Ga_{0.4}As$ からなるn形クラッド層22、ノンドープの $Al_{0.2}Ga_{0.8}As$ からなる活性層23、p形 $Al_{0.6}Ga_{0.4}As$ からなるp形第1クラッド層24a、エッチングストップ層25、たとえばn形の $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ からなる電流狭窄層26、p形 $Al_{0.6}Ga_{0.4}As$ からなるp形第2クラッド層24b、GaAsからなるp形コンタクト層27が順次エピタキシャル成長され、その表面にp側電極28が、GaAs基板21の裏面にn側電極29が形成され、劈開などによりチップ

化されることにより、図 2 に示される構造の半導体レーザ (LD) チップが形成されている。

【0003】

この構造で、光閉込め効果を強くして、高出力化するためには、電流狭窄層 26 を活性層に近づけるか、電流狭窄層 26 の Al の混晶比率を大きくして屈折率を小さくする方法が用いられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

前述のように、光閉込めを強化し、高出力化を図るためには、電流狭窄層の位置をできるだけ活性層に近づけるか、AlGaAs 系化合物半導体からなる電流狭窄層の Al の混晶比を大きくして屈折率を小さくする必要がある。しかし、Al の混晶比を大きくすると、Al は非常に酸化しやすいため、電流狭窄層にストライプ溝を形成した後に、その露出面が腐食しやすく、再度半導体層を成長する際にきれいな単結晶半導体層を成長しにくいという問題がある。とくに、電流狭窄層の最上面には GaAs などの保護層を形成しておいて、再成長の際にサーマルエッチングをすることにより清浄化することができるが、ストライプ溝の側壁はそのような清浄化を行うことができず、半導体層が多結晶化しやすく、リーク電流が流れてしきい電流値が増大したり、多結晶化のため抵抗成分が増大し、動作電流が上昇するという問題がある。

【0005】

一方、電流狭窄層はその周囲のクラッド層と異なる導電形にすることにより、pn 接合の逆バイアスにより電流を阻止しているため、pn 接合部に逆バイアスによる空乏層が形成されており、図 2 に示されるように、電流狭窄層 26 をあまり活性層 23 に近づけて形成すると、空乏層 A が活性層 23 にまで達してしまう。空乏層 A が活性層 23 にまで達すると、図 2 に示されるように、ストライプ溝が形成されない電流狭窄層 26 のある部分まで電流 I が流れてしまい、電流狭窄をできず、活性層に無効電流が流れるという問題がある。

【0006】

本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、電流狭窄層の A

1 の混晶比をあまり大きくしないで、かつ、電流狭窄層の $p-n$ 接合による空乏層が活性層まで達しないようにしながら、キンクの現象を発生させないで、高出力まで安定して動作をする半導体レーザを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明による半導体レーザは、活性層が n 形および p 形のクラッド層により挟持されるダブルヘテロ構造部を有し、前記クラッド層のいずれか一方に、該クラッド層の導電形と異なる導電形でストライプ溝が形成された電流狭窄層が設けられ、該電流狭窄層の前記活性層側に該クラッド層より屈折率の小さい光閉込め層が該クラッド層と同じ導電形またはアンドープにより形成されている。

【0008】

この構造にすることにより、屈折率の小さい光閉込め層がクラッド層と同じ導電形またはアンドープにより形成されているため、逆バイアスの $p-n$ 接合を形成することなく、光を閉じ込める作用のみをさせることができる。そのため、活性層にいくらかでも近づけることができる。一方、その光閉込め層の活性層と反対側にはクラッド層と異なる導電形の電流狭窄層が設けられているため、 $p-n$ 接合の逆バイアスにより電流を阻止する作用をする。この逆バイアスによる空乏層は、光閉込め層には広がるが、活性層には至らないように光閉込め層の厚さを調整することができるため、活性層まで空乏層が達して電流がリークしてしまうということは起こらない。その結果、十分に電流を阻止しながら、光閉込めを強力にして、高出力まで安定に動作させることができる。

【0009】

前記電流狭窄層が、前記光閉込め層と同じ屈折率を有する半導体層により形成されれば、光閉込め層の厚さが薄くても電流狭窄層と共に十分に光閉込めをしながら、逆バイアスによる空乏層を活性層に至らないようにすることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】

つぎに、図面を参照しながら本発明の半導体レーザについて説明をする。本発明による半導体レーザは、図1にその一実施形態の断面説明図が示されるように

、たとえばn形のGaAsからなる半導体基板1上に、活性層3がn形およびp形のクラッド層2、4(4a)により挟持されるダブルヘテロ構造部11を有している。そして、たとえばp形クラッド層4(4a、4b)に、そのクラッド層4の導電形(たとえばp形)と異なる導電形(たとえばn形)でストライプ溝6cが形成された電流狭窄層6が設けられ、その電流狭窄層6の活性層3側に、p形クラッド層4より屈折率の小さい光閉込め層10がそのp形クラッド層4と同じ導電形またはアンドープにより形成されている。

【0011】

ダブルヘテロ構造部11は、図1に示される例では、たとえばn形の $Al_xGa_{1-x}As$ ($0.3 \leq x \leq 0.7$ 、たとえば $x = 0.6$)からなるn形クラッド層2、アンドープまたはn形もしくはp形で $Al_yGa_{1-y}As$ ($0 \leq y \leq 0.3$ 、たとえば $y = 0.15$)からなる活性層3、p形で $Al_xGa_{1-x}As$ からなるp形の第1クラッド層4aの積層構造からなっている。このダブルヘテロ構造部は、所望の発光波長に応じたバンドギャップにより活性層3の材料が定まり、キャリアを活性層3に閉じ込められるように、それよりバンドギャップの大きい材料からなるクラッド層2、4により挟持された構造になっている。したがって、所望の波長によっては、AlGaAs系化合物ではなく、InGaAlP系化合物など他の半導体が使用される。

【0012】

p形クラッド層4は、第1クラッド層4aおよび第2クラッド層4bに分割され、その間にエッチングストップ層5を介して光閉込め層10および電流狭窄層6が設けられている。エッチングストップ層5は、電流狭窄層6および光閉込め層10にストライプ溝6cを形成する際のエッチングに対してエッチングを止めるための層で、電流狭窄層6および光閉込め層10を選択的にエッチングすることができるような組成で形成されておればよく、たとえばアンドープまたはp形で $Al_aGa_{1-a}As$ ($y < a < 1$ 、 $a \neq z$ 、 r)または $InGa_{1-b}Al_bP$ ($0 \leq b \leq 0.5$)により形成される。

【0013】

光閉込め層10および電流狭窄層6は、図1に示される例では、共に Al_zG

$a_{1-z}As$ ($0.4 \leq z \leq 0.8$ 、 $x < z$) からなり、その両層にストライプ溝 6c (図ではストライプと直交する方向での断面であるため、紙面と垂直方向に延びている) が形成されている。すなわち、クラッド層 4 より Al の混晶比 z が大きく形成されていることにより、屈折率が小さくなり、光を活性層 3 側に閉じ込める作用をする。

【0014】

一方、光閉込め層 10 は、その周囲のクラッド層と同じ導電形、すなわち図 1 に示される例では p 形またはアンドープで形成されているのに対して、電流狭窄層 6 は逆の導電形、すなわち n 形で形成されている。そのため、この電流狭窄層 6 と光閉込め層 10 との界面に逆バイアスの p n 接合面が形成され、電流が阻止され、ストライプ溝 6c の形成された部分のみを電流が流れることにより、電流が狭窄されるようになっている。この p n 接合面に逆バイアスが印加されると、図 1 に破線で示されるように、p n 接合の両側に空乏層 A が形成される。この空乏層 A が活性層 3 に達しないような厚さになるように光閉込め層 10 が形成されている。光閉込め層 10 があまり厚すぎると電流注入領域がストライプ溝から広がりやすいため、好ましくない。たとえば光閉込め層 10 が $0.05 \sim 0.3 \mu m$ 程度、電流狭窄層 6 が $0.2 \sim 0.5 \mu m$ 程度の厚さに形成される。

【0015】

電流狭窄層 6 上およびストライプ溝 6c により露出するエッチングストップ層 5 上には、p 形第 1 クラッド層 4a と同じ組成の p 形第 2 クラッド層 4b が成長され、その上にさらに p 形の $GaAs$ からなるコンタクト層 9 が設けられ、その表面に p 側電極 8、半導体基板 1 の裏面に n 側電極 9 がそれぞれ設けられ、劈開などによりチップ化されることにより、図 1 に示される構造の半導体レーザが得られる。

【0016】

この半導体レーザを製造するには、まず、n 形 $GaAs$ からなる半導体基板 1 の表面に、MOCVD 法または MBE 法により、n 形 $Al_{0.6}Ga_{0.4}As$ からなる n 形クラッド層 2 を約 $1 \mu m$ 程度、アンドープの $Al_{0.15}Ga_{0.85}As$ からなる活性層 3 を $0.1 \mu m$ 程度、p 形の $Al_{0.6}Ga_{0.4}As$ からなる p 形の第 1 ク

ラッド層 4a を $0.15\ \mu\text{m}$ 程度、アンドープの $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.4}\text{Al}_{0.1}\text{P}$ からなるエッチングストップ層 5 を数十 nm 程度、p 形の $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ からなる光閉込め層 10 を $0.1\ \mu\text{m}$ 程度、n 形の $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ からなる電流狭窄層 6 を $0.4\ \mu\text{m}$ 程度、および図示しない n 形の GaAs からなる酸化防止層を $0.03\ \mu\text{m}$ 程度順次積層する。

【0017】

ついで、ストライプ溝 6c を形成する部分以外をフォトレジストによりマスクし、たとえば硫酸系水溶液などによりエッチングしてストライプ溝 6c を形成する。この水溶液では、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.4}\text{Al}_{0.1}\text{P}$ はエッチングされないため、エッチングはエッチングストップ層 5 により止まり、p 形の第 1 クラッド層 4a までエッチングされることはなく、電流狭窄層 6 および光閉込め層 10 のみが所定幅だけエッチングされる。

【0018】

その後、再度 MOCVD 装置などの反応容器に入れて p 形の $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ からなる p 形の第 2 クラッド層 4b を $1\ \mu\text{m}$ 程度、および p 形 GaAs からなるコンタクト層 7 を $1\ \mu\text{m}$ 程度それぞれ積層する。その後、p 側および n 側の電極 8、9 をたとえば蒸着により形成した後、たとえば劈開によってチップ化することにより、図 1 に示される半導体レーザチップが得られる。

【0019】

本発明によれば、電流狭窄層 6 とは別に、その周囲のクラッド層 4 と同じ導電形か、アンドープで屈折率がクラッド層のそれより小さく、光を閉じ込める作用をする光閉込め層 10 が活性層側に形成されている。そのため、光閉込め層 10 を活性層 3 側に近づけても、空乏層が活性層に抜けてしまうということはなく、活性層 3 に近づけて光閉込めを強くすることができる。その結果、電流狭窄層 6 の Al の混晶比を必要以上に大きくして屈折率を小さくしなくても、十分に光閉込めをすることができ、結晶性が向上してしきい電流値の低下など発光特性が向上すると共に、光閉込めが強く高出力まで安定した動作をする。

【0020】

【発明の効果】

本発明によれば、AlGaAs系化合物半導体やInGaAlP系化合物半導体を用い、セルフアライン型で光を閉じ込めて高出力とする半導体レーザにおいて、Alの混晶比を必要以上に大きくして光閉込めを強化しなくても、電流狭窄層とは別に光閉込め層をその周囲のクラッド層と同じ導電形か、アンドープにより形成されているため、光閉込め層を自在に活性層に近づけることができ、光閉込めを強化することができる。その結果、キンクの発生を生じさせないで、安定した高出力の半導体レーザが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による半導体レーザの一実施形態の断面説明図である。

【図 2】

従来のセルフアライン型半導体レーザを示す断面説明図である。

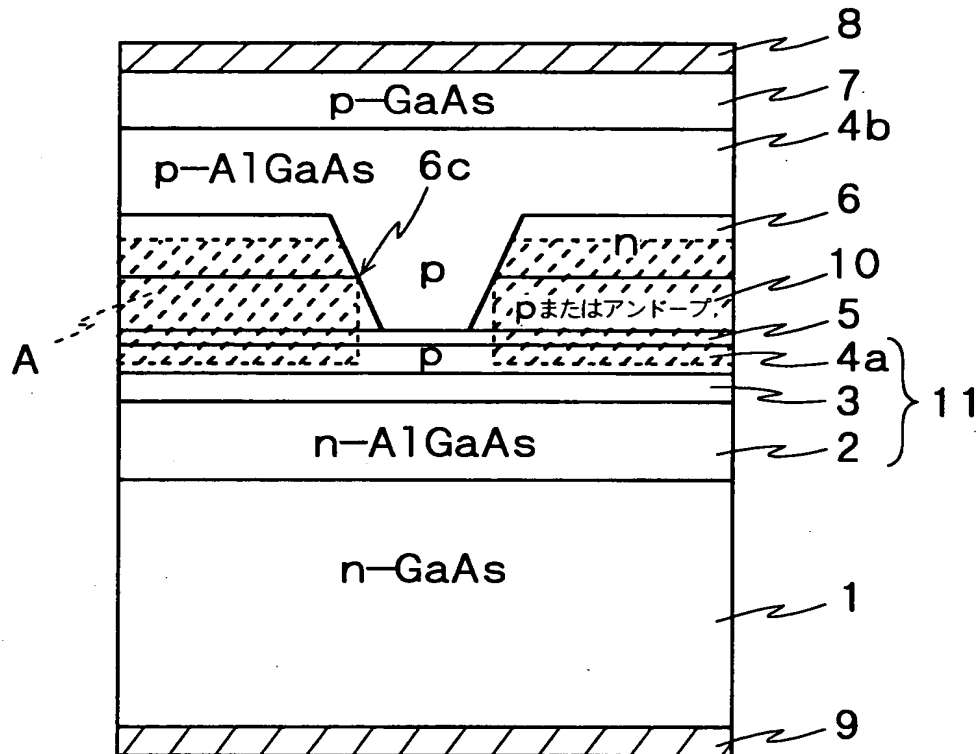
【符号の説明】

- 2 n形クラッド層
- 3 活性層
- 4 a p形第1クラッド層
- 4 b p形第2クラッド層
- 6 電流狭窄層
- 1 0 光閉込め層
- 1 1 ダブルヘテロ構造部

【書類名】

図面

【図1】



2 n形クラッド層

3 活性層

4 a p形第1クラッド層

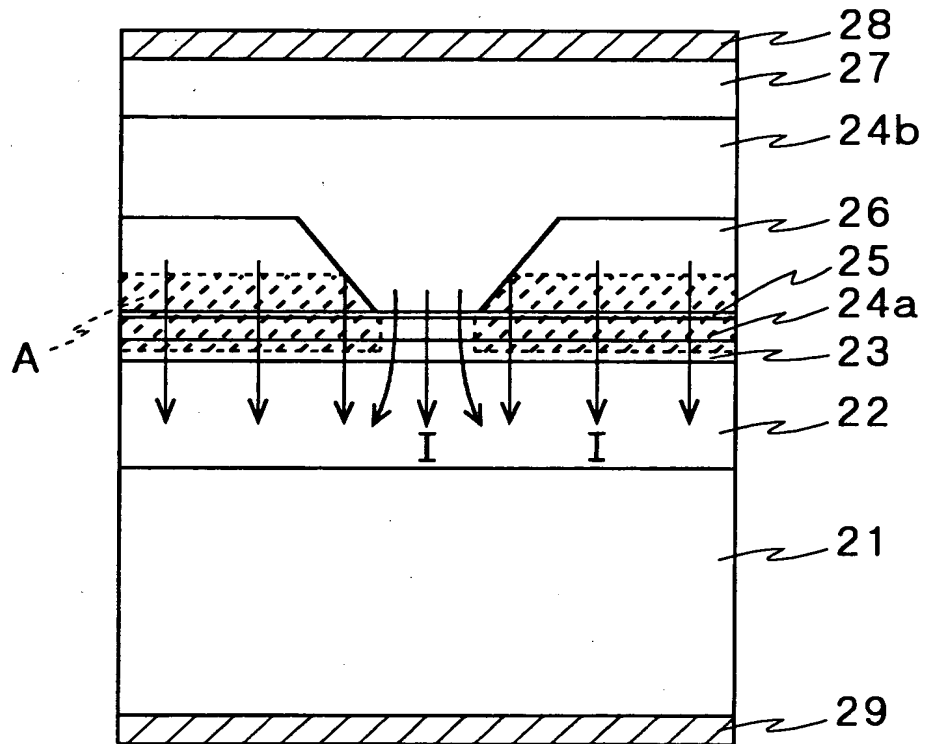
4 b p形第2クラッド層

6 電流狭窄層

10 光閉込め層

11 ダブルヘテロ構造部

【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電流狭窄層のA1の混晶比をあまり大きくしないで、かつ、電流狭窄層のpn接合による空乏層が活性層まで達しないようにしながら、キンクの現象を発生させないで、高出力まで安定して動作をする半導体レーザを提供する。

【解決手段】 たとえばn形のGaAsからなる半導体基板1上に、活性層3がn形およびp形のクラッド層2、4により挟持されるダブルヘテロ構造部11を有している。そして、たとえばp形クラッド層4に、そのクラッド層4の導電形（たとえばp形）と異なる導電形（たとえばn形）でストライプ溝6cが形成された電流狭窄層6が設けられ、その電流狭窄層6の活性層3側に、p形クラッド層4aより屈折率の小さい光閉込め層10がそのp形クラッド層4と同じ導電形またはアンドープ層により形成されている。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000116024]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

氏 名 ローム株式会社